

#4/3-8-02
17/02/02

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

96 U.S. PTO
09/942856
08/29/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-258612

出 願 人

Applicant(s):

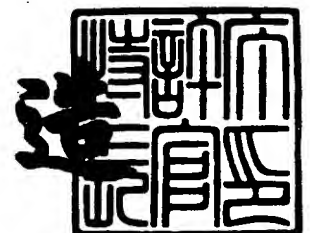
株式会社ニコン

BEST AVAILABLE COPY

2001年 5月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 00-00006

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
 内

 【氏名】 沖野 輝昭

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

 【識別番号】 100100413

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡部 温

【選任した代理人】

 【識別番号】 100110858

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 柳瀬 睦肇

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 033189

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0003412

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 荷電粒子線露光方法、レチクル及びデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンをレチクル上に形成し、

前記レチクルを荷電粒子線ビームで照明し、

前記レチクルを通過又は反射した荷電粒子線ビームを前記感応基板に当てることにより前記パターンを前記感応基板上の特定範囲に転写する荷電粒子線露光方法であって；

前記転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパターン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量を制御することにより前記線幅を補正することを特徴とする荷電粒子線露光方法。

【請求項 2】 感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンをレチクル上に形成し、

前記レチクルを荷電粒子線ビームで照明し、

前記レチクルを通過又は反射した荷電粒子線ビームを前記感応基板に当てることにより前記パターンを前記感応基板上の特定範囲に転写する荷電粒子線露光方法であって；

前記転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパターン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量及び描画線幅の双方を制御することにより前記線幅を補正することを特徴とする荷電粒子線露光方法。

【請求項 3】 感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンが形成されたレチクルであって；

転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパターン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量を制御することにより前記線幅が補正されていることを特徴とするレチクル。

【請求項4】 感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンが形成されたレチクルであって；

転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパターン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量及び描画線幅の双方を制御することにより前記線幅が補正されていることを特徴とするレチクル。

【請求項5】 荷電粒子線を用いるリソグラフィー工程において、請求項1又は2記載の方法により露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路等のリソグラフィーに用いられる荷電粒子線露光方法に関する。また、そのような荷電粒子線露光方法に用いるレチクルに関する。さらに、そのような荷電粒子線露光方法を用いてリソグラフィー工程を行うデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在のところ、半導体集積回路のリソグラフィーにおける各ウェハ（感応基板）への露光は、紫外線を用いるいわゆるステッパーによるものが主流である。荷電粒子線露光は、ステッパーにパターン原版として装着されるレチクルの描画には用いられるが、ウェハの量産リソグラフィー工程にはまだ用いられていない。しかし、最近では、より高集積・超微細パターンを露光するため、各ウェハの露光にも電子線転写露光を用いるとの提案がなされている。

【0003】

しかしながら、電子線露光はスループットが低いのが欠点とされており、その欠点を解消すべく様々な技術開発がなされてきた。現在では、セルプロジェクション、キャラクタープロジェクションあるいはブロック露光と呼ばれる図形部分一括露光方式が実用化されている。図形部分一括露光方式では、繰り返し性のある回路小パターン（ウェハ上で5 μ m角程度）を、同様の小パターンが複数種類

形成されたレチクルを用いて、1個の小パターンを一単位として繰り返し転写露光を行う。しかし、この方式でも、繰り返し性のないパターン部分については可変成形方式の描画を行う。そのため、ウェハの量産リソグラフィー工程で望まれる程度のスループットは得られない。

【0004】

図形部分一括露光方式よりも飛躍的に高スループットをねらう電子線転写露光方式として、一個の半導体チップ全体の回路パターンを備えたレチクルを準備し、そのレチクルのある範囲に電子線を照射し、その照射範囲のパターンの像を投影レンズにより縮小転写する電子線縮小転写装置が提案されている。

【0005】

この種の装置では、レチクルの全範囲に一括して電子線を照射して一度にパターンを転写しようとする、精度良くパターンを転写することができない。また、原版となるレチクルの製作が困難である。そこで、最近精力的に検討されている方式は、1ダイ（ウェハ上のチップ）又は複数ダイを一度に露光するのではなく、光学系としては大きな光学フィールドを持つが、パターンは小さな領域（サブフィールド）に分割して転写露光するという方式である（ここでは分割転写方式と呼ぶこととする）。この際この小領域毎に、被露光面上に結像される前記小領域の像の焦点やフィールドの歪み等の収差等を補正しながら露光する。これにより、ダイ全体の一括転写に比べて、光学的に広い領域にわたって解像度並びに精度の良い露光を行うことができる。

【0006】

ところで、荷電粒子線をウェハ等の感応基板に照射して露光する際には、いわゆる近接効果が生じる。近接効果は、基板からの反射電子によって、実際の露光量が近傍のパターン分布に応じて変化する現象である。

近接効果の原因は、感応基板面中に入射した荷電粒子から発生した電子が散乱しながら広がり、周囲の非露光部にエネルギーを与えることによる。

【0007】

荷電粒子線露光装置でレチクルパターンをウェハ上に転写する際に近接効果が起こると、ウェハ上に形成されるパターンの線幅に誤差が生じる。この誤差を修

正して線幅を所望の寸法とするために、補正計算を行ってレチクル上のレチクルパターンの寸法を加減することがある。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ウェハ上に形成されるパターンの更なる微細化により、レチクルの作製には一層の高精度が要求されている。例えば4分の1の縮小転写装置の場合には、レチクルに1nm近くのアドレス・ユニット（位置の最小単位）が必要になる。それにより、レチクル作製を行うレチクル描画装置にも1nm近くのアドレス・ユニットが必要になる。つまり、レチクル描画用のデータの単位が1nmとなる。

【 0 0 0 9 】

レチクル描画装置のアドレス・ユニットを1nmとすると、レチクル描画装置の偏向器のDACのビット長が大きくなり、DACのコストが増大する。また、こうすると整定時間を短くできないという欠点がある。

レチクル描画用のデータの単位を1nmとすると、レチクル描画用のデータ量が膨大になる。それにより、データを格納するメモリ容量が多く必要になり、コストが増大する。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、高いパターン寸法精度を達成でき、コストを低く抑えることのできる荷電粒子線露光方法等を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明の第1の荷電粒子線露光方法は、感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンをレチクル上に形成し、前記レチクルを荷電粒子線ビームで照明し、前記レチクルを通過又は反射した荷電粒子線ビームを前記感応基板に当てることにより前記パターンを前記感応基板上の特定範囲に転写する荷電粒子線露光方法であって；前記転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパタ

ーン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量を制御することにより前記線幅を補正することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 2 の荷電粒子線露光方法は、 感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンをレチクル上に形成し、 前記レチクルを荷電粒子線ビームで照明し、 前記レチクルを通過又は反射した荷電粒子線ビームを前記感応基板に当てることにより前記パターンを前記感応基板上の特定範囲に転写する荷電粒子線露光方法であって； 前記転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパターン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量及び描画線幅の双方を制御することにより前記線幅を補正することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 1 のレチクルは、 感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンが形成されたレチクルであって； 転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパターン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量を制御することにより前記線幅が補正されていることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 2 のレチクルは、 感応基板上の特定範囲に転写すべきデバイスパターンが形成されたレチクルであって； 転写露光時における近接効果により発生するパターン寸法誤差を補正するために前記レチクル上のパターン要素の線幅を本来の設計値から補正（リサイズ）するにあたって、前記レチクル描画の際のドーズ量及び描画線幅の双方を制御することにより前記線幅が補正されていることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明のデバイス製造方法は、 荷電粒子線を用いるリソグラフィ工程において、上記方法により露光を行うことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

まず、図面を参照しつつ本発明の背景技術の一つである分割転写方式の電子線投影露光技術の概要を説明する。

図 6 は、分割転写方式の電子線投影露光装置の光学系全体における結像関係及び制御系の概要を示す図である。

【0017】

光学系の最上流に配置されている電子銃 101 は、下方に向けて電子線を放射する。電子銃 101 の下方には 2 段のコンデンサレンズ 102、103 が備えられており、電子線は、これらのコンデンサレンズ 102、103 によって収束されブランキング開口 107 にクロスオーバー像 C.O. を結像する。

【0018】

二段目のコンデンサレンズ 103 の下には、矩形開口 104 が備えられている。この矩形開口（照明ビーム成形開口）104 は、レチクル（マスク）110 の一つのサブフィールド（露光の 1 単位となるパターン小領域）を照明する照明ビームのみを通過させる。この開口 104 の像は、レンズ 109 によってレチクル 110 に結像される。

【0019】

ビーム成形開口 104 の下方には、ブランキング偏向器 105 が配置されている。同偏向器 105 は、必要時に照明ビームを偏向させてブランキング開口 107 の非開口部に当て、ビームがレチクル 110 に当たらないようにする。

ブランキング開口 107 の下には、照明ビーム偏向器 108 が配置されている。この偏向器 108 は、主に照明ビームを図 6 の横方向（X 方向）に順次走査して、照明光学系の視野内にあるレチクル 110 の各サブフィールドの照明を行う。偏向器 108 の下方には、照明レンズ 109 が配置されている。照明レンズ 109 は、レチクル 110 上にビーム成形開口 104 を結像させる。

【0020】

レチクル 110 は、実際には光軸垂直面内（X-Y 面）に広がっており、多数のサブフィールドを有する。レチクル 110 上には、全体として一個の半導体デバイスチップをなすパターン（チップパターン）が形成されている。

レチクル 1 1 0 は移動可能なレチクルステージ 1 1 1 上に載置されており、レチクル 1 1 0 を光軸垂直方向（Y X 方向）に動かすことにより、照明光学系の視野よりも広い範囲に広がるレチクル上の各サブフィールドを照明することができる。

レチクルステージ 1 1 1 には、レーザ干渉計を用いた位置検出器 1 1 2 が付設されており、レチクルステージ 1 1 1 の位置をリアルタイムで正確に把握することができる。

【 0 0 2 1 】

レチクル 1 1 0 の下方には投影レンズ 1 1 5 及び 1 1 9 並びに偏向器 1 1 6 が設けられている。レチクル 1 1 0 の 1 つのサブフィールドを通過した電子線は、投影レンズ 1 1 5、1 1 9、偏向器 1 1 6 によってウェハ 1 2 3 上の所定の位置に結像される。ウェハ 1 2 3 上には、適当なレジストが塗布されており、レジストに電子線のドーズが与えられ、レチクル上のパターンが縮小されてウェハ 1 2 3 上に転写される。

【 0 0 2 2 】

レチクル 1 1 0 とウェハ 1 2 3 の間を縮小率比で内分する点にクロスオーバー像 C.O. が形成され、同クロスオーバー像位置にはコントラスト開口 1 1 8 が設けられている。同開口 1 1 8 は、レチクル 1 1 0 の非パターン部で散乱された電子線がウェハ 1 2 3 に到達しないよう遮断する。

【 0 0 2 3 】

ウェハ 1 2 3 の直上には反射電子検出器 1 2 2 が配置されている。この反射電子検出器 1 2 2 は、ウェハ 1 2 3 の被露光面やステージ上のマークで反射される電子の量を検出する。例えばレチクル 1 1 0 上のマークパターンを通過したビームでウェハ 1 2 3 上のマークを走査し、その際のマークからの反射電子を検出することにより、レチクル 1 1 0 と 1 2 3 の相対的位置関係を知ることができる。

【 0 0 2 4 】

ウェハ 1 2 3 は、静電チャック（図示されず）を介して、X Y 方向に移動可能なウェハステージ 1 2 4 上に載置されている。上記レチクルステージ 1 1 1 とウェハステージ 1 2 4 とを、互いに逆の方向に同期走査することにより、投影光学

系の視野を越えて広がるチップパターン内の各部を順次露光することができる。
 なお、ウェハステージ 1 2 4 にも、上述のレチクルステージ 1 1 1 と同様の位置
 検出器 1 2 5 が装備されている。

【 0 0 2 5 】

上記各レンズ 1 0 2、1 0 3、1 0 9、1 1 5、1 1 9 及び各偏向器 1 0 5、
 1 0 8、1 1 6 は、各々のコイル電源制御部 1 0 2 a、1 0 3 a、1 0 9 a、1
 1 5 a、1 1 9 a 及び 1 0 5 a、1 0 8 a、1 1 6 a を介してコントローラ 1 3
 1 によりコントロールされる。また、レチクルステージ 1 1 1 及びウェハステ
 ージ 1 2 4 も、ステージ制御部 1 1 1 a、1 2 4 a を介して、制御部 1 3 1 により
 コントロールされる。ステージ位置検出器 1 1 2、1 2 5 は、アンプや A/D 変
 換器等を含むインターフェース 1 1 2 a、1 2 5 a を介してコントローラ 1 3 1
 に信号を送る。また、反射電子検出器 1 2 2 も同様のインターフェース 1 2 2 a
 を介してコントローラ 1 3 1 に信号を送る。

【 0 0 2 6 】

コントローラ 1 3 1 は、ステージ位置の制御誤差を把握し、その誤差を像位置
 調整偏向器 1 1 6 で補正する。これにより、レチクル 1 1 0 上のサブフィールド
 の縮小像がウェハ 1 2 3 上の目標位置に正確に転写される。そして、ウェハ 1 2
 3 上で各サブフィールド像が繋ぎ合わされて、レチクル上のチップパターン全体
 がウェハ上に転写される。

【 0 0 2 7 】

次に、本発明の 1 実施例に係る近接効果補正方法について説明する。

図 1 は、本発明の 1 実施例に係る近接効果補正方法に従ってレチクルを作製し
 、そのレチクルを用いてウェハに露光を行う工程のフローチャートである。

まず初めに、感応基板上に形成すべき設計パターンを設定する (S 2 1)。こ
 の設計パターンについて近接効果補正のためのパターン形状補正を計算する (S
 2 2)。次に、上記パターン形状補正の計算結果を参考にしてレチクルパターン
 データを作製する (S 2 3)。そのレチクルパターンデータをもとに実際に使用
 するレチクルを作製する (S 2 4)。この際、可変成形ビーム式の電子線描画装
 置を用い、ドーズ調整を施す。そして、このレチクルを用いて、セルプロジェク

ション又は分割転写方式の電子線投影露光装置を用いて感応基板に露光を行う（S 2 5）。

【 0 0 2 8 】

図 3（A）は、本発明の実施例に係る近接効果補正方法においてウェハ（感応基板）上に実現する所定のパターン（設計パターン）を示す平面図である。

図中には、左から右に向かって、細い線パターン（ライン）1、細いスペース2、幅の広い線パターン（パッド）3、幅の広いスペース4、細い線パターン（ライン）5が示されている。ライン1、ライン5及びスペース2の幅は100nmである。パッド3の幅は50μmである。スペース4の幅は70μmである。なお、図の縮尺は分かり易くするために調整してある。

【 0 0 2 9 】

このようなパターンを含んだ250μm角のサブフィールドを分割投影方式の荷電粒子線光学系で転写する。光学系の倍率としては一般的に1/4や1/5が用いられることが多いが、ここでは簡単のため1対1の100kV電子線転写光学系を前提に考える。

【 0 0 3 0 】

図 3（B）は、レチクルを通過した直後のエネルギープロファイルを示す図である。縦軸（Y軸）はエネルギー、横軸（X軸）は横方向の位置である。レチクル通過直後のエネルギープロファイルDW（x）は、xの関数であり、次の式で表される。

$$DW(x) = 1.0 \quad (0.0 \leq x \leq 0.1, 0.2 \leq x \leq 50.2, 120.2 \leq x \leq 120.3)$$

$$DW(x) = 0.0 \quad (x < 0.0, 0.1 < x < 0.2, 50.2 < x < 120.2, 120.3 < x)$$

【 0 0 3 1 】

入射した荷電粒子により発生した電子は感応基板中で散乱し、近接効果を引き起こす。散乱後に感応基板に蓄積されるエネルギー量E（x）は、例えば次のような式で表される。

$$E(x) = E_b(x) + E_f(x)$$

$$Eb(x) = \eta / (1 + \eta) \int \text{Exp}[-(x - x')^2 / \sigma b^2] / \sqrt{\pi} \sigma b \, DR(x') dx'$$

$$Ef(x) = 1 / (1 + \eta) \int \text{Exp}[-(x - x')^2 / \sigma f^2] / \sqrt{\pi} \sigma f \, DR(x') dx'$$

ただし、 $DR(x)$ は、感応基板面に入射する直前のエネルギープロファイルである。

ここで η は後方散乱係数、 σb は後方散乱径、 σf は前方散乱径である。荷電粒子として電子を用い、加速電圧を 100 keV としたときのそれぞれの典型的な値として、 $\eta = 0.4$ 、 $\sigma b = 31.2 \mu\text{m}$ 、 $\sigma f = 7 \text{nm}$ を計算に使用する。

【0032】

図4は、近接効果の考慮された場合において最終的に感応基板に蓄積されるエネルギー量 $E(x)$ を示す図である。図4 (A)、(B)、(C) はそれぞれ、 $x = -0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 、 $x = 50.0 \sim 50.4 \mu\text{m}$ 、 $x = 120.0 \sim 120.4 \mu\text{m}$ の範囲についてのエネルギープロファイル $E(x)$ を示した図である。

【0033】

プロセスの製造誤差がない理想的な場合には、このエネルギープロファイルの適切に定められた閾値を越す部分ではパターンが形成され、越さない部分では形成されないと考えることができる。図4中の40、41、42のラインは、それぞれの領域で形成されるパターン各部のエッジ位置が所定位置と一致するように引かれた閾値である。閾値40と41の値はほぼ同じであるが、閾値42は他の2つと大きく異なるため、40、41近辺に閾値をとった場合には、図2に示した線パターン5は所定の線幅より細くなる。逆に、42で示される閾値をとると図3に示した線パターン1が太くなり、スペース2は狭くなり、パッド3の幅が太くなる。また、線幅が変わるとともに、当然、パターン各部のエッジ位置は所定の位置から大きく外れることになる。

【0034】

本発明の1実施例においては、図1に示したように、このデータをもとに実際

に使用するレチクルにドーズ補正を施して作製する。

例えば、40、41近辺に閾値をとった場合には、図2に示した線パターン5は所定の線幅より細くなる。そこで、線パターン5に対応するレチクルパターンを形成する際に、ドーズ量を調整して、レチクルの出来上がりパターンの寸法を大きくする。そうすると、感応基板の線パターン5に蓄積されるエネルギー量 $E(x)$ は、ドーズ補正を施す前の図4の状態よりも大きくなる。

【0035】

図5は、ドーズ補正を施して作製したレチクルを用いて露光を行った際のエネルギープロファイル $E(x)$ を示した図である。図5(A)、(B)、(C)はそれぞれ、 $x=-0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ 、 $x=50.0\sim 50.4\mu\text{m}$ 、 $x=120.0\sim 120.4\mu\text{m}$ の範囲についてのエネルギープロファイル $E(x)$ を示した図である。実線で示すのがドーズ補正を施して作製したレチクルを用いた場合のエネルギープロファイルであり、図5(C)の破線で示すのが図4の状態のエネルギープロファイルである。図5(C)には、図5(A)、(B)の閾値40、41と等しい位置に、閾値42'を示してある。

【0036】

感応基板の線パターン5に蓄積されるエネルギー量 $E(x)$ は、図5(C)に示すように、ドーズ補正を施す前の図4の状態よりも大きくなる。閾値42'において、補正前のエネルギー量51は所望の幅と比べると半分くらいしか閾値を越えていないが、補正後のエネルギー量52は、 $x=120.2\sim 120.3\mu\text{m}$ の範囲で閾値を越えている。このようにレチクル作製時のドーズ量を調整することにより、所望のパターンが得られる。

【0037】

次に、本発明の他の実施例に係る近接効果補正方法について説明する。

図2は、本発明の他の実施例に係る近接効果補正方法の工程を示すフローチャートである。

まず初めに、感応基板上に形成すべき設計パターンを設定する(S21')。この設計パターンについて近接効果補正のためのパターン形状補正を計算する(S22')。次に、上記パターン形状補正の計算結果を参考にしてレチクルパタ

ーンデータを作製する（S 2 3'）。そのレチクルパターンデータをもとに実際に使用するレチクルを作製する（S 2 4'）。この際、可変成形ビーム式の電子線描画装置を用い、ドーズ調整及び線幅補正を施す。線幅補正とは、レチクルに形成するパターンの幅を予め増減させ、感応基板上に形成するパターンの幅を補正する方法である。そして、このレチクルを用いて、セルプロジェクション又は分割転写方式の電子線投影露光装置を用いて感応基板に露光を行う（S 2 5'）。

【 0 0 3 8 】

本実施例においては、図 4 のデータをもとに実際に使用するレチクルにドーズ補正及び線幅補正を施して作製する。まず、図 4 のデータをもとに、1 0 n m 単位の精度で線幅補正を行う。次に、細かい精度でレチクルにドーズ補正を行う。この併用方法によれば、より高精度に補正を行うことができる。

【 0 0 3 9 】

次に上記説明した電子線転写露光装置を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。

図 7 は、微小デバイス（I C や L S I 等の半導体チップ、液晶パネル、C C D、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。

【 0 0 4 0 】

ステップ 1（回路設計）では、半導体デバイスの回路設計を行う。

ステップ 2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。この時、パターンについて局部的にリサイズを施すことにより近接効果や空間電荷効果によるビームボケの補正を行ってもよい。

一方、ステップ 3（ウェハ製造）では、シリコン等の材料を用いてウェハを製造する。

【 0 0 4 1 】

ステップ 4（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ 5（C V D）では、ウェハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ 6（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ 7（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ 8（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布す

る。ステップ9（電子ビーム露光）では、ステップ2で作ったマスクを用いて電子ビーム転写装置によって、マスクの回路パターンをウェハに焼付露光する。ステップ10（光露光）では、同じくステップ2で作った光露光用マスクを用いて、光ステッパーによってマスクの回路パターンをウェハに焼付露光する。この前又は後に、電子ビームの後方散乱電子を均一化する近接効果補正露光を行ってもよい。ステップ9において、上述の近接効果補正方法を利用する。

【0042】

ステップ11（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ12（エッチング）では、レジスト像以外の部分を選択的に削り取る。ステップ13（レジスト剥離）では、エッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。ステップ4からステップ13を繰り返し行うことによって、ウェハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0043】

ステップ14（組立）は、後工程と呼ばれ、上の工程によって作製されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ15（検査）では、ステップ14で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成しこれが出荷（ステップ16）される。

【0044】

以上、図1～図7を参照しつつ、分割転写方式の電子線投影露光装置を例にとり、本発明の実施の形態に係る荷電粒子線露光方法等について説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、セルプロジェクション露光方式及びイオンビーム転写露光方式等にも適用できる。

【0045】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、高いパターン寸法精度を達成でき、コストを低く抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の 1 実施例に係る近接効果補正方法に従ってレチクルを作製し、そのレチクルを用いてウェハに露光を行う工程のフローチャートである。

【図 2】

本発明の他の実施例に係る近接効果補正方法の工程を示すフローチャートである。

【図 3】

図 3 (A) は、本発明の 1 実施例に係る近接効果補正方法においてウェハ（感応基板）上に実現する所定のパターン（設計パターン）を示す平面図である。図 3 (B) は、レチクルを通過した直後のエネルギープロファイルを示す図である。

【図 4】

近接効果の考慮された場合において最終的に感応基板に蓄積されるエネルギー量 $E(x)$ を示す図である。

【図 5】

ドーズ補正を施して作製したレチクルを用いて露光を行った図である。

【図 6】

分割転写方式の電子線投影露光装置の光学系全体における結像関係及び制御系の概要を示す図である。

【図 7】

微小デバイス（IC や LSI 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。

【符号の説明】

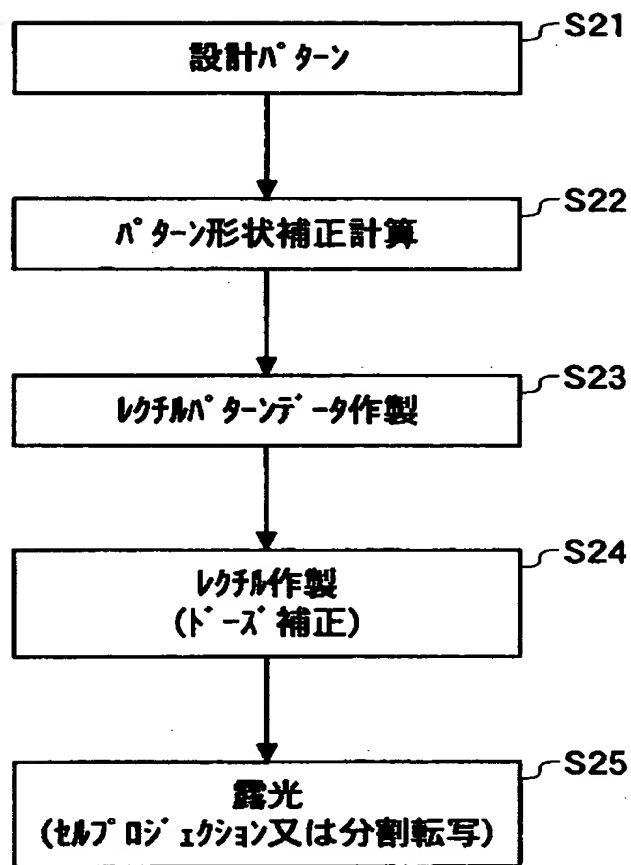
- | | |
|----------------|------------------|
| 1、5 線パターン（ライン） | 2、4 スペース |
| 3 線パターン（パッド） | 40、41、42、42' 閾値 |
| 51、52 エネルギー量 | |
| 101 電子銃 | 102、103 コンデンサレンズ |
| 104 照明ビーム成形開口 | 105 ブランキング偏向器 |
| 107 ブランキング開口 | 108 照明ビーム偏向器 |

1 0 9	コンデンサレンズ	1 1 0	レチクル (マスク)
1 1 1	レチクルステージ	1 1 2	レチクルステージ位置検出器
1 1 5	第 1 投影レンズ	1 1 6	像位置調整偏向器
1 1 8	コントラスト開口	1 1 9	第 2 投影レンズ
1 2 2	反射電子検出器	1 2 3	ウェハ
1 2 4	ウェハステージ	1 2 5	ウェハステージ位置検出器
1 3 1	コントローラ		
1 4 1	小メンブレイン領域	1 4 2	サブフィールド
1 4 3	スカート	1 4 4	マイナーストライプ
1 4 5	グリレージ	1 4 7	ストラット
1 4 9	メジャーストライプ	1 5 0	チップ
1 5 2	サブフィールド	1 5 9	ストライプ

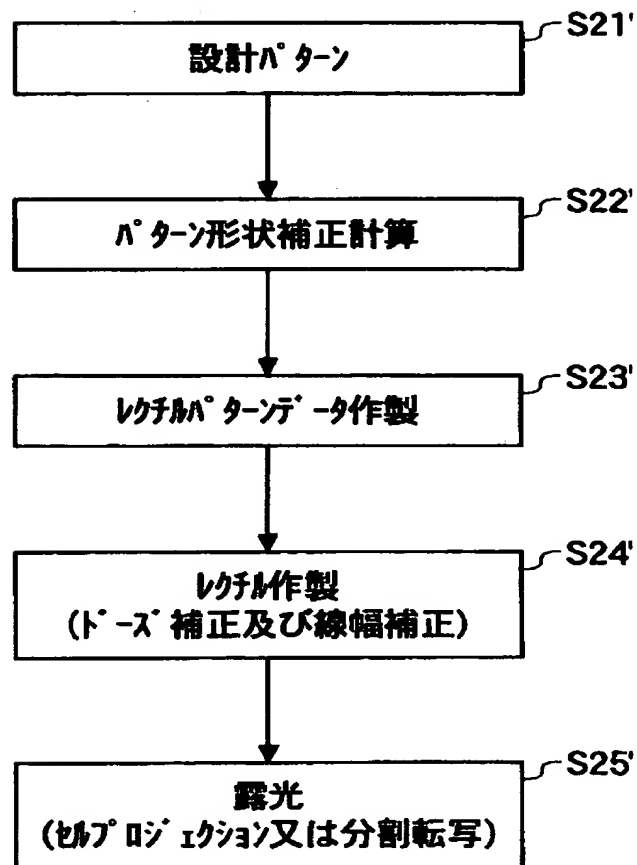
【書類名】

図面

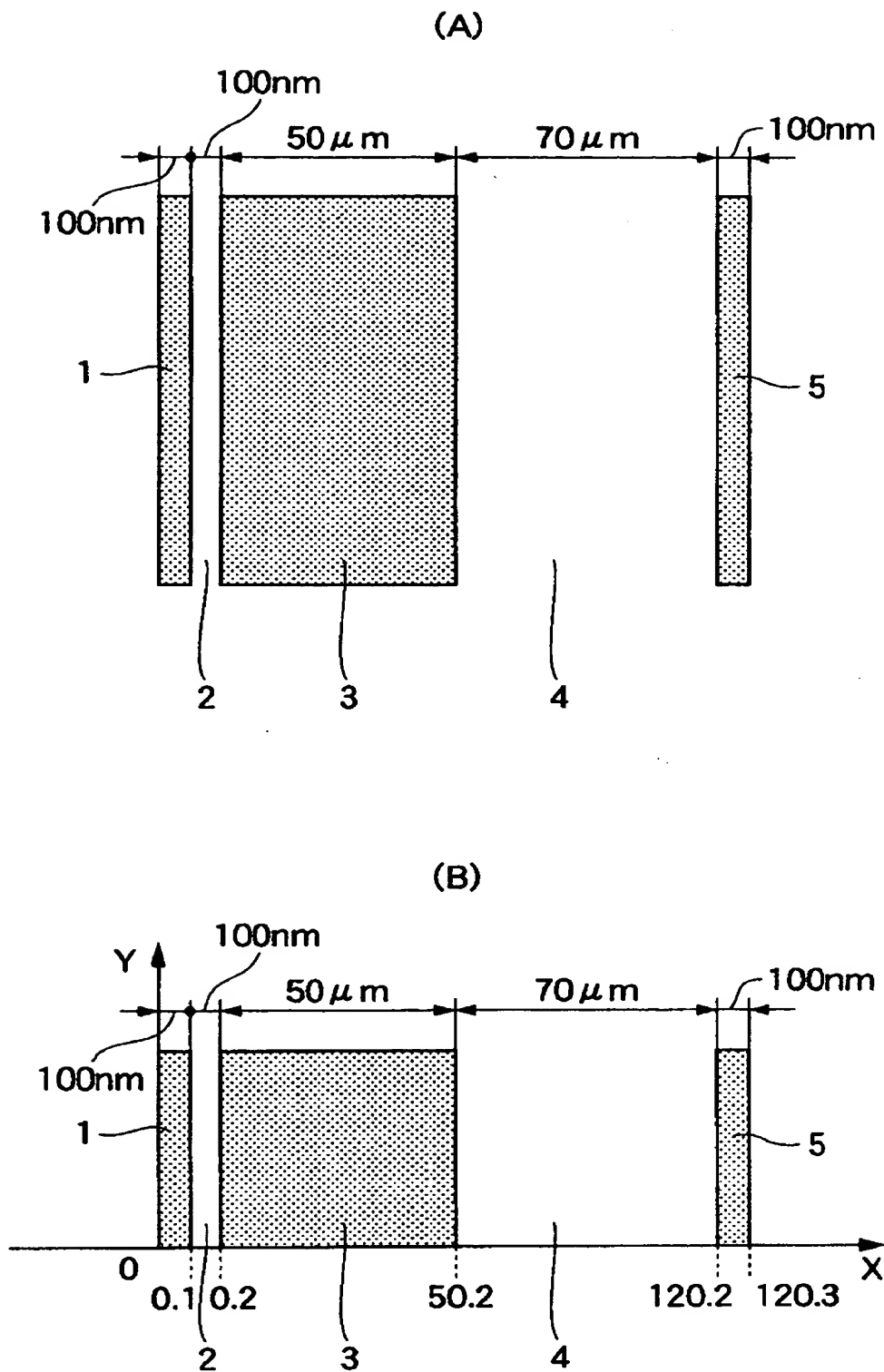
【図 1】



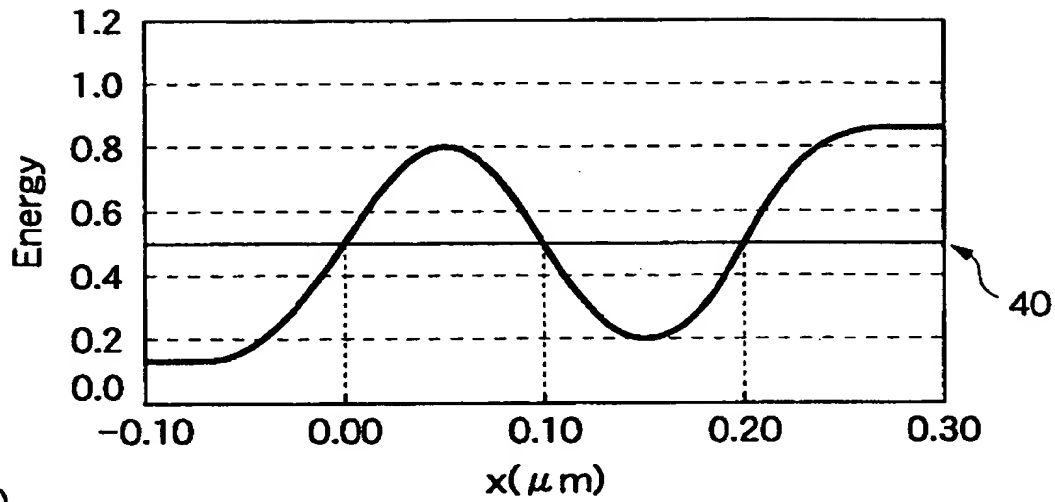
【図 2】



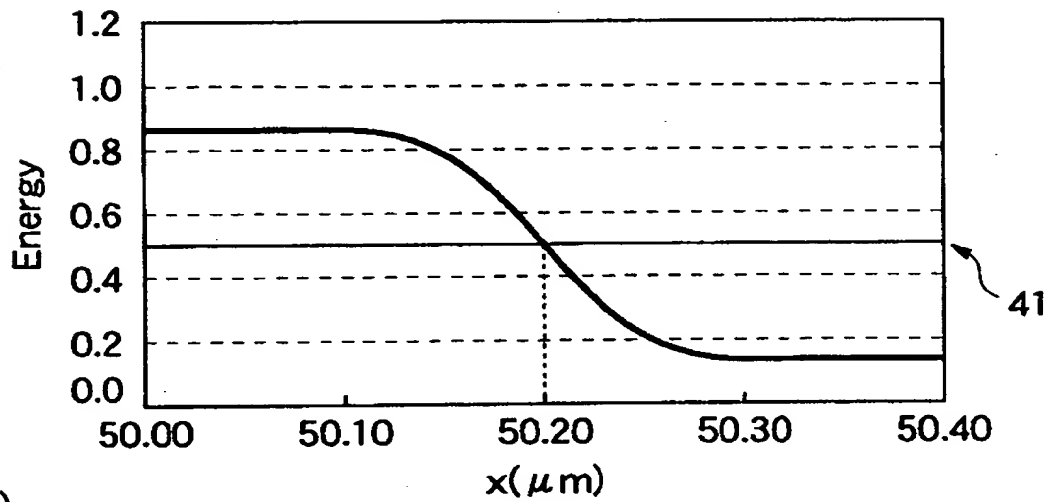
【図3】



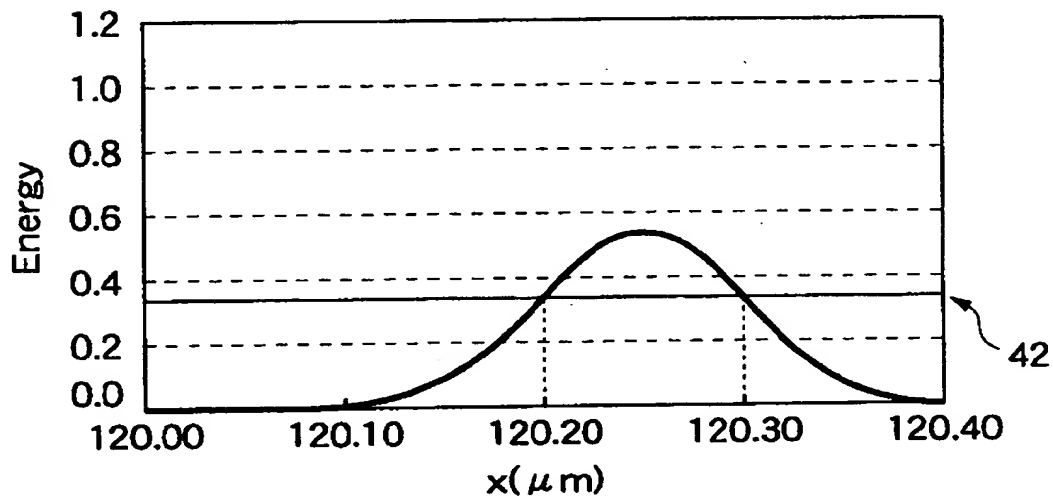
【図 4】



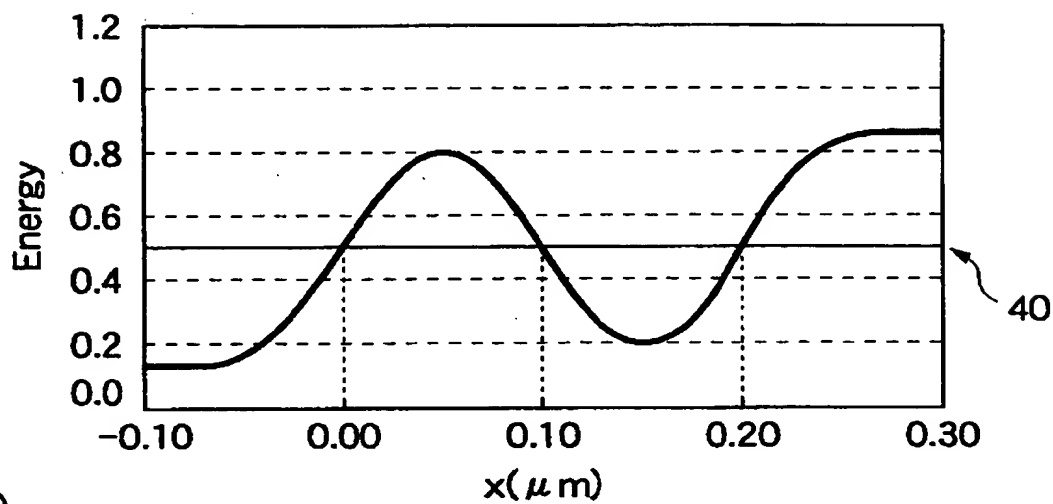
(B)



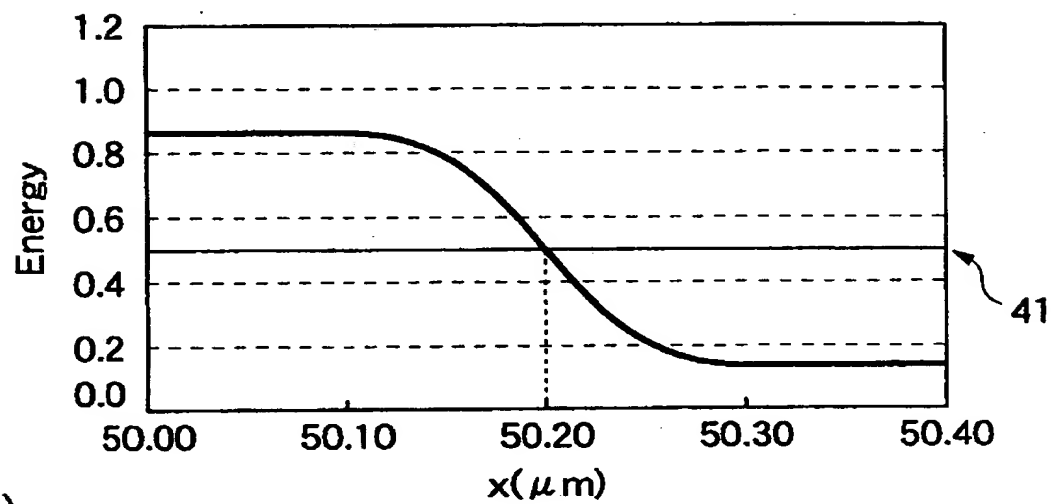
(C)



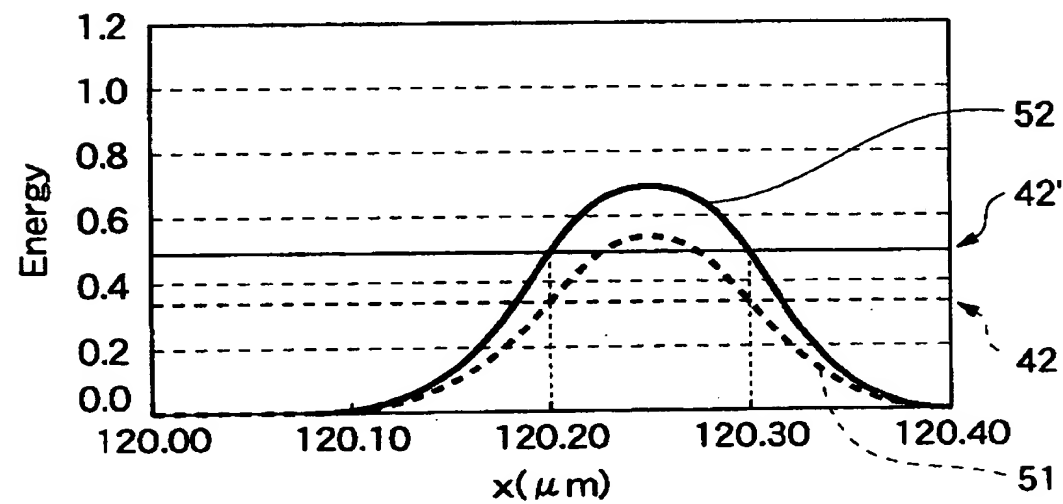
【図 5】



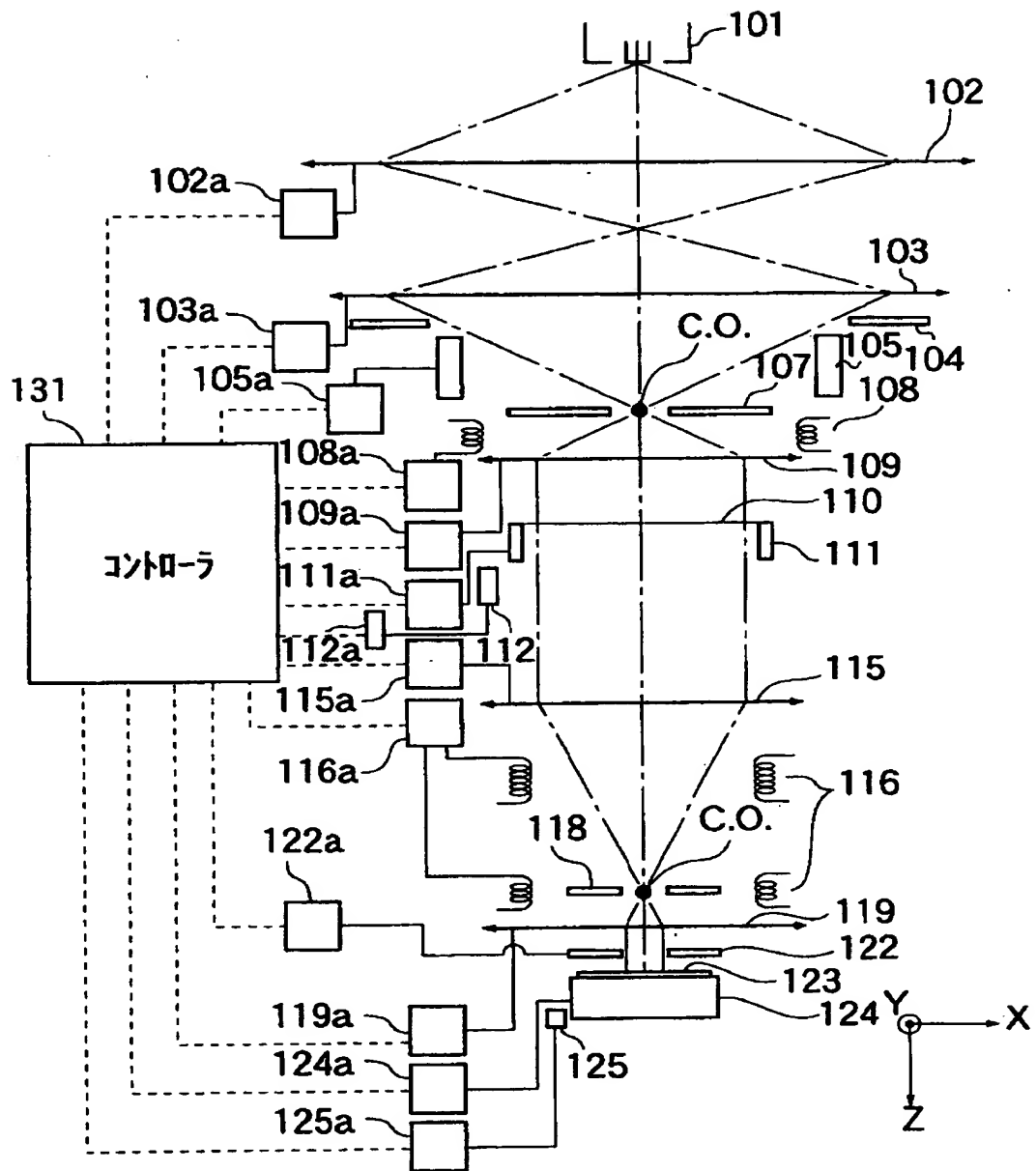
(B)



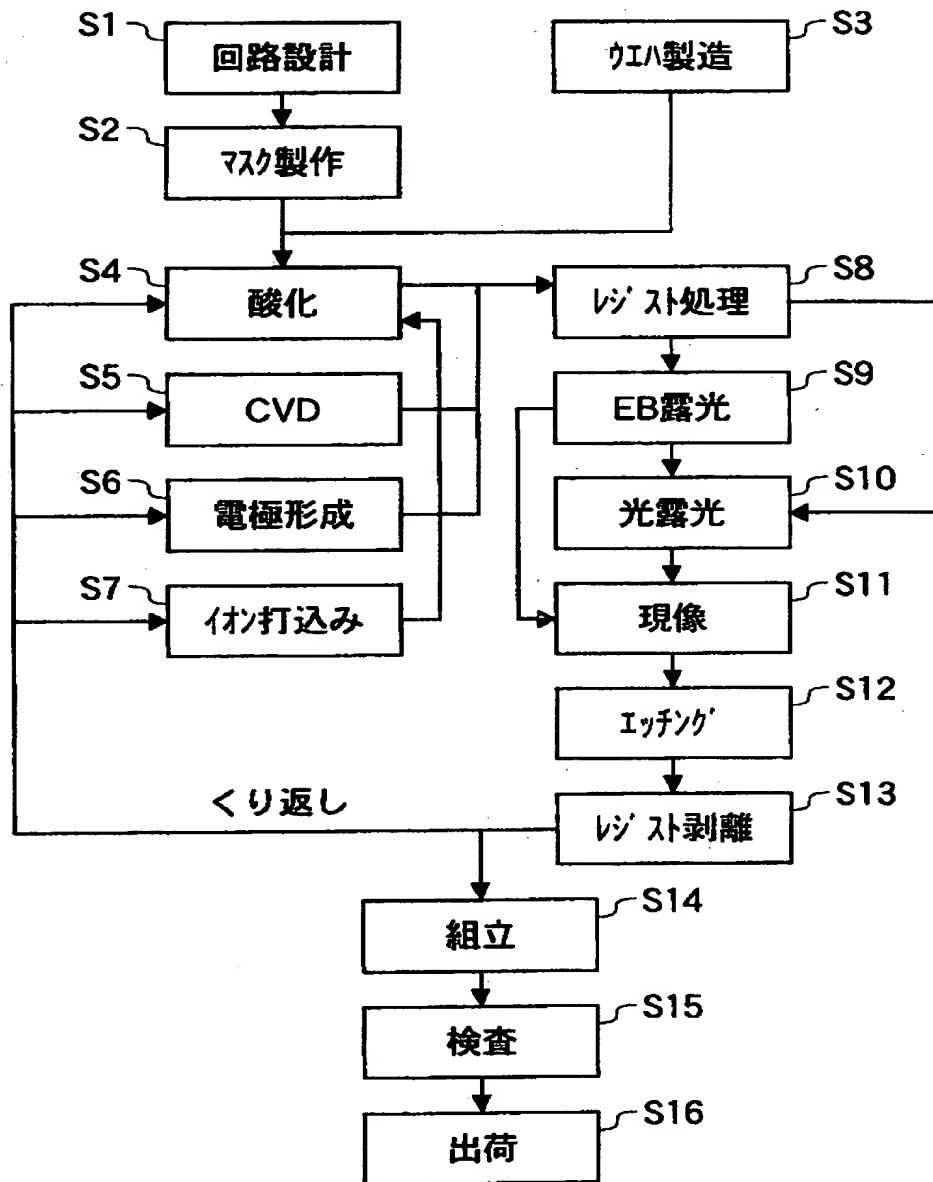
(C)



【図6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高いパターン寸法精度を達成でき、コストを低く抑えることのできる荷電粒子線露光方法等を提供する。

【解決手段】 感応基板上に形成すべき設計パターンを設定（S 2 1）し、それについて近接効果補正のためのパターン形状補正を計算する（S 2 2）。次に、上記パターン形状補正の計算結果を参考にしてレチクルパターンデータを作製する（S 2 3）。そのレチクルパターンデータをもとに実際に使用するレチクルを作製する（S 2 4）。この際、可変成形ビーム式の電子線描画装置を用い、ドーズ調整を施す。

【選択図】 図 1

特2000-258612

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-258612
受付番号	50001094595
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年 8月30日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 8月29日
-------	-------------

次頁無

特2000-258612

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名	株式会社ニコン